

ТРЕТА МЕЃУНАРОДНА ТРКАЛЕЗНА МАСА

The 3rd INTERNATIONAL WORKSHOP
on

**НАУЧНИ ИСТРАЖУВАЊА ВО
НАВОДНУВАЊЕТО И ОДВОДНУВАЊЕТО**
Под покровителство на Европското друштво на агрономските инженери

како дел од одбележувањето на
СВЕТСКИОТ ДЕН НА ВОДИТЕ

RESEARCH ON IRRIGATION AND DRAINAGE
Under the Patronage of EurAgEng

As a Part of Celebration of the World Water Day

ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ

PROCEEDINGS



ICID-CIID



**ДРУШТВО ЗА НАВОДНУВАЊЕ И ОДВОДНУВАЊЕ
НА МАКЕДОНИЈА**
**MACEDONIAN NATIONAL ICID COMMITTEE ON
IRRIGATION AND DRAINAGE**

СКОПЈЕ, РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА
SKOPJE, REPUBLIC OF MACEDONIA

19. MART 2003.
MARCH 19, 2003.

ВЛИЈАНИЕ НА ФЛОТАЦИСКИТЕ ЈАЛОВИШТА НА РУДНИЦИТЕ "ЗЛЕТОВО" НА ЗАГАДУВАЊЕТО СО ТЕШКИ И ТОКСИЧНИ МЕТАЛИ НА ПОВРШИНСКИТЕ И ПОДЗЕМНИТЕ ВОДИ

¹Мирчовски Војо, ¹Спасовски Орце

РЕЗИМЕ

UDC: 556.388.:622.344(497.7)

Географската положба на флотациските јаловишта на рудниците за олово и цинк Злетово од Пробиштип и правецот на движење на загадените води ги имаат сите претпоставки на загадување на површинските и подземните води. Во овој труд се прикажани испитувањата кои се однесуваат на влијанието на флотациските јаловишта на загадување на површинските а особено на подземните води во нивната непосредна околина.

Добиените резултати укажуваат дека во сите испитувани проби особено во пробите со површински води се забележани одредени зголемени концентрации на тешки и токсични метали олово, цинк и кадмиум.

ABSTRACT

The geographic location of flotation wastes of the Zletovo and Probistip lead and zinc mines and the course of polluted waters have given indications that they contaminate underground waters. The paper presents investigations related to the impact of flotation waste materials and the contamination of surrounding surface and underground waters. The results obtained indicate that all surface water samples contained increased concentrations of heavy and toxic metals such as lead, zinc and cadmium.

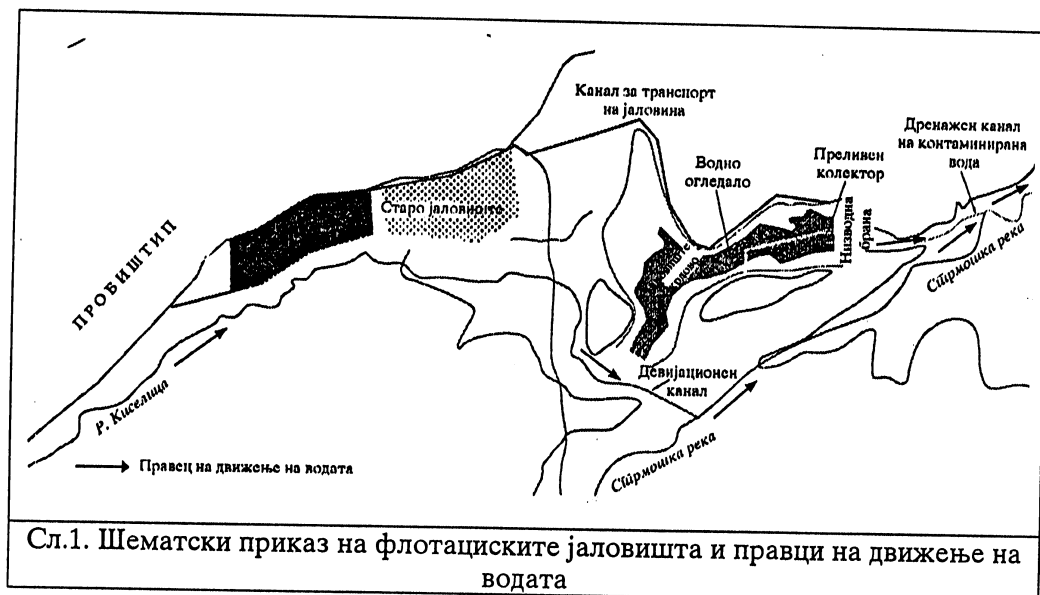
¹Рударско-геолошки факултет, Штип, Гоце Делчев 89, Република Македонија

ВОВЕД

Динамичката експанзија на индустријата, следена од се поинтензивната експлоатација на минералните сировини секако е една од причините за се поголемото загадување на животната средина а со тоа и на подземните води.

Во рудниците за олово и цинк "Злетово" концентрацијата на минералите на олово и цинк се врши со постапка на селективна флотациска концентрација при што рудата се обогатува и при тоа се добиваат концентрати на олово од 73 % и цинк 51 %.

Процесот на флотациска концентрација условува користење на цела низа на реагенси, со различен хемиски состав и потекло. Најголем број од овие реагенси се токсични и се непожелни за човековата животна средина. Флотациската јаловина која се добива со процесот на флотација се депонира во флотациски јаловишта (Сл. 1), кои претставуваат извор на загадување на површинските и подземните води



Сл.1. Шематски приказ на флотациските јаловишта и правци на движење на водата

КАРАКТЕРИСТИКИ НА РЕЖИМОТ НА ФЛОТАЦИЈА И НА ФЛОТАЦИСКАТА ЈАЛОВИНА

Во процесот на флотација се користат одреден број на реагенси во одредени количини кои се прикажани на табелата 1.

Табела 1. Реагенси кои се користат во режимот на флотирањето

| Реагенси | Флотирање на минералите | |
|--|-------------------------|-----------|
| | Олово - Pb | Цинк- Zn |
| CaO | 260 g/t | |
| ZnSO ₄ | 304 g/t | |
| NaCN | 34 g/t | |
| KEX + KAX | 48 g/t | |
| KAX | | 20 g/t |
| CuSO ₄ | | 140 g/t |
| D-200 | 20-40 g/t | 10-20 g/t |
| Флотирањето на галенитот се врши при pH 8.6-8.8 | | |
| Флотирањето на свалеритот се врши при pH 9.5-9.7 | | |

Скоро 90 % од масите кои поминуваат низ технолошкиот процес на обогатување се исфрлаат како отпад во вид на пулпа (суспензија) со просечно 18 - 31 % цврста ситно зрна фаза со големина на зрната до 0.074 мм таканаречена флотациска јаловина.

Течната фаза од флотациската јаловина е составена од високо минерализирана отпадна вода со зголемена концентрација на сулфати, тешки метали, феноли и други токсични материи.

Составот на отпадните материи директно е условен од видот и количината на флотациските реагенси, карактеристиките на рудата која се преработува, применетиот процес на обогатување, а исто така и од pH вредноста на пулпата.

Во табелата 2 е прикажан хемискиот состав на флотациската јаловина земено во просек според годишните композитни анализи на флотациската јаловина.

Табела 2. Просечен хемиски состав на флотациската јаловина.

| ЕЛЕМЕНТИ ИЛИ СОЕДИНЕНИЈА | Застапеност во % |
|--------------------------------|------------------|
| Pb | 0.28 |
| Zn | 0.29 |
| Cd | 0.002 |
| Bi | 0.005 |
| S | 2.77 |
| Al ₂ O ₃ | 14.27 |
| CaO | 1.10 |
| MnO | 2.18 |
| SiO ₂ | 58.12 |
| Cu | 0.02 |
| Fe | 5.0 |
| Друго | 7.963 |

Флотациската јаловина од технолошкиот процес до 1987 година се одлагала во старото јаловиште кое е лоцирано во непосредна близина на погонот за флотацијата. Тоа започнува со работа истовремено со постројката на флотациската концентрација и работи повеќе од 40 година. Во тој период на оваа депонија се одложени некаде околу 11 608 864 тони јаловина. Денес оваа јаловиште не се користи и тоа е рекултивирано. Одлагањето на флотациската јаловинат денес се врши во новото јаловиште Скрдово кое е сместено во долината на реката Киселица во месноста наречена Скрдово на 3.2 км од флотациската постројка. Реката Киселица е со канал преведена во Стрмошка река (Сл. 1).

СИСТЕМ ЗА ЕВАКУАЦИЈА НА ВОДИТЕ ОД ТАЛОЖНОТО ЕЗЕРО

За евакуација на водите кои се акумулираат во таложното езеро на јаловиштето изградени се повеќе објекти кои функционираат како целина и тоа: бетонски колектор, дренажен систем, и пумпна станица.

Преку преливните отвори на бетонскиот колектор во најголем дел се испуштаат избистрените води од таложното езеро.

За прифаќање на повирните и подземните води кои дренираат низ телото и под основата на песочната брана, изведен е систем од две главни и две помошни дренажи.

Пумпната станица служи за враќање на избистрените води во технолошкиот процес. На овој начин некаде околу 61 % од водата повторно се враќа во процесот, а останатиот дел се испушта во реката Киселица.

МОЖНОСТИ ЗА ЗАГАДУВАЊЕ НА ПОДЗЕМНИТЕ ВОДИ

Како најсериозен проблем од еколошки аспект поврзан со складирањето на флотациската јаловина во јаловиштата е испуштањето на контаминираниите води во површинските и подземните токови.

Овој проблем е поактуелен кај активната депонија Скрдово во однос на старата депонија која е рекултивирана и како резултат на специфичниот состав на јаловината е формиран непропусен површински слој кој ја спречува инфилтрацијата на атмосферските води во телото на јаловиштето, нивна контаминација и загадување на водотеците и на подземните води.

Еден помал дел од водата од депонијата Скрдово преку пумпната станица за повратна вода се враќа во процесот на флотација, додека вишокот се испушта во најблискиот водоток на Киселичка река.

Најголемиот дел од вишокот на вода се испушта преку преливниот бетонски колектор, додека остатокот како дренажни води излегува надвор од браната.

Покрај сите мерки за контрола и подобрување на квалитетот (избистрување по пат на повеќедневно одлежување) , водата која се испушта од колекторот е контаминирана.

Поради содржината на каолинска компонента во јаловината дренажните води поради филтрирањето низ насипниот материјал се механички почисти од колекторските но тие исто така хемиски се загадени.

Од изводните канали на дренажите, водата се испушта заедно со колекторската вода директно во коритото на реката Киселица.

Еден дел од дренажните води се филтрира во подземните токови и понатаму врши загадување на изданите кои се формирани на просторот под јаловиштето. Исто така загадување на подземните води се врши и од површинските води од Реката Киселица бидејќи водата од реката се наоѓа во директна хидраулична врска со изданите формирани во алувијалните седименти на реката Киселица, Тополка, Злетовска река а понатаму дури и во реката Брегалница.

Од левата и од десната страна на реката Брегалница се наоѓаат алувијални седименти во кои се формирани издани со значајни количини на подземни води. Подземните води од овие издани многу често се користат за водоснабдување со копање или дупчење на индивидуални бунари. Значајно е да се спомене што водоснабдувањето на градот Штип се врши со подземни води кои се добиваат од алувијалните седименти од реката Брегалница од локалитетот Фортуна, кој се наоѓа северно од Штип во непосредна близина на градот (Сл. 3).

Системот на експлоатационите бунари со кој се експлоатираат подземните води се наоѓа на левата и десната страна од реката Брегалница каде алувијалните седименти имаат поголемо распростирање. Бунарите се наоѓаат на растојание од 80 м од реката а меѓусебното нивно растојание е 50 м. Ширината на алувијалните седименти се движи околу 200 м додека должината на која се вршени истражувањата е околу 800 м.

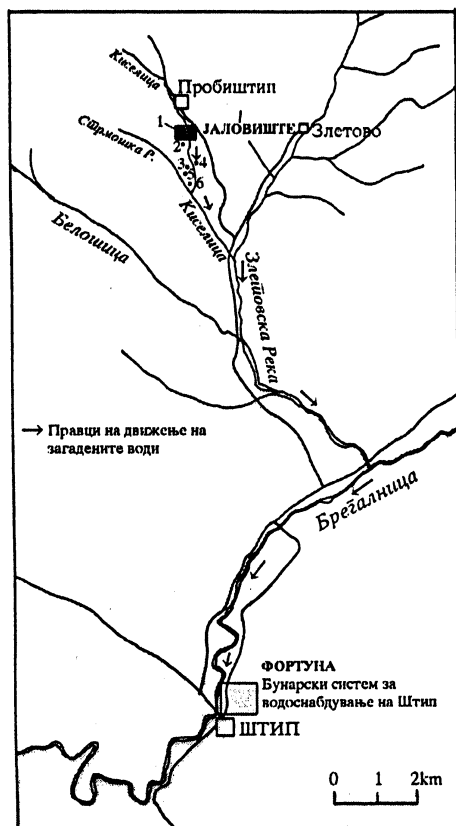
Со оглед на географската положба на изворот на загадување и правецот на движење на загадените води постои голема веројатнос на загадување на подземните води во алувијалните седименти на реката Брегалница.

Изнесените констатации за влијанието на јаловинските депонии врз површинските и подземните води се однесуваат на услови на нивна контролирана експлоатација. Во праксата многу често како резултат на разни објективни и субјективни фактори се случуваат хаварији при што доаѓа до неконтролирано истекување на јаловината во водите на реката Киселица (Сл. 2). Ваква хаварија се случила на 21. 01. 1999 година при што дошло до неколку часовно директно истекување на јаловината во водите на реката Киселица.

Загадувањето на подземните води може да се врши и индиректно од контаминираното околно земјиште од јаловинските депонии со дисперзија на агресивната прашина со воздушните струења. Атмосферските талози кои се инфилтрираат низ така загаденото земјиште се контаминираат и директно можат да доведат до загадување на подземните води.



Сл. 2. Директно истекување на јаловината во водите на реката Киселица.



Сл. 3. Географска положба на земените проби со изворот на загадување и на околината која може да биде загадена

ДОБИЕНИ РЕЗУЛТАТИ И КОМЕНТАР

Добиените резултати од испитувањата на проби од води земени од јаловиштето, река Киселица низводно од јаловиштето, испусна вода од фабриката за акумулатори, и подземни води од бунари под јаловиштето низводно на река Киселица се прикажани во табелата 3. Географската локација на местата од каде се земени пробите е прикажана на Сл.3.

Со цел да се согледа влијанието на јаловиштата на загадување со тешки и токсични метали на површинските а собено на подземните води добиените резултати се споредени со максимално дозволените концентрации на соодветните елементи според уредбата за класификација на водите од 1999 година табела 4.

Пробата од вода бр. 1 според сите анализирани елементи припаѓа во I – II класа на води, највисоки концентрации во оваа проба се добиени на единствено на фосфорот и според содржината на овој елемент анализираната вода спаѓа во V класа на води. Исто таска зголемени концентрации, но блиски до максимално дозволените за I – II класа покажува кадмиумот.

Табела 3. Резултати од анализа на води со AES-ICP (резултатите се изразени во mg/l)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Ca | 160.28 | 132.15 | 132.63 | 453.23 | 150.92 | 119.44 |
| Mg | <0.01 | 2.01 | 516.99 | <0.01 | 31.47 | <0.01 |
| Na | 83.92 | 57.78 | 55 | 11.17 | 73.74 | 60.78 |
| K | 18.84 | 19.79 | 15.64 | 3.55 | 6.37 | 6.1 |
| Sr | 2.55 | 3.06 | 1.84 | 0.89 | 2.11 | 2 |
| Ba | 0.019 | 0.017 | 0.036 | 0.0095 | 0.052 | 0.072 |
| Al | 0.404 | 0.336 | 0.539 | 3.84 | 0.539 | 0.472 |
| P | 0.005 | 0.005 | 0.0981 | 0.613 | 0.069 | 0.139 |
| Fe | 0.011 | 0.002 | 0.0469 | 5.57 | 0.033 | 0.047 |
| Mn | 0.009 | 0.478 | 29.89 | 0.25 | 1.97 | 0.278 |
| Zn | 0.0518 | 0.1968 | 3.14 | 0.124 | 0.263 | 0.0115 |
| Pb | <0.001 | 0.0017 | 0.0146 | 1.63 | 0.0075 | 0.0088 |
| Cr | 0.0036 | 0.0031 | 0.001 | 0.078 | <0.001 | <0.001 |
| Cu | 0.005 | 0.012 | 0.0014 | 0.078 | 0.0087 | 0.0039 |
| Ni | 0.02 | 0.032 | 0.032 | 0.054 | 0.022 | 0.025 |
| Cd | 0.0011 | 0.0009 | 0.0069 | 0.0023 | 0.0036 | 0.0013 |
| Ti | 0.0016 | <0.001 | <0.001 | 0.165 | <0.001 | <0.001 |
| V | <0.001 | 0.0019 | 0.001 | 0.0427 | 0.0066 | 0.0058 |
| Co | <0.001 | <0.001 | 0.016 | <0.001 | <0.001 | <0.001 |
| Ag | 0.0047 | 0.0036 | 0.0077 | 0.0048 | 0.0033 | 0.005 |
| Mo | 0.0054 | 0.0058 | 0.0082 | 0.0042 | 0.006 | 0.0068 |
| W | <0.005 | 0.018 | 0.0099 | 0.0091 | 0.0123 | 0.0132 |
| As | <0.005 | <0.005 | 0.035 | 0.029 | <0.005 | 0.021 |
| Se | 0.0048 | 0.0063 | 0.0087 | 0.0047 | 0.0019 | 0.0092 |

1. Бистра вода од јаловиштето; 2. Истечна вода од јаловиштето; 3. Вода од река Киселица под јаловиштето; 4. Испусна вода од фабриката за акумулатори; 5 и 6. Вода од бунари под јаловиштето низводно на река Киселица.

Табела 4. Максимално дозволени концентрации на штетни елементи според уредбата за класификација на водите од 1999 година (mg/l)

| | I – II класа | III – IV класа | V- класа |
|----|--------------|----------------|----------|
| Ba | 1 | 4 | >4 |
| Al | 1.5 | 1.5 | >1.5 |
| P | 0.00001 | 0.0001 | >0.0001 |
| Fe | 0.3 | 1 | >1 |
| Mn | 0.05 | 1000 | >1000 |
| Zn | 0.1 | 0.2 | >0.2 |
| Pb | 0.01 | 0.03 | >0.03 |
| Cr | 0.05 | 0.1 | >0.1 |
| Cu | 0.01 | 0.05 | >0.05 |
| Ni | 0.05 | 0.1 | >0.1 |
| Cd | 0.0001 | 0.01 | >0.01 |
| Ti | 0.1 | 0.1 | >0.1 |
| V | 0.1 | 0.2 | >0.2 |
| Co | 0.1 | 2 | >2 |
| Ag | 0.002 | 0.02 | >0.02 |
| Mo | 0.5 | 0.5 | >0.5 |
| W | 0.1 | 0.2 | >0.2 |
| As | 0.03 | 0.05 | >0.05 |

Пробата од вода бр. 2. според содржината на цинк, манган и кадмиум припаѓа на III – IV класа на води, додека содржината на сите останати анализирани елементи со исклучок на фосфорот кој покажува концентрации за води од V класа одговара на I – II класа на води.

Пробата од вода бр. 3 според содржината на железо, манган, цинк, олово и кадмиум припаѓа на III – IV класа. Содржината на останатите анализирани елементи е во рамките за I – II класа на води со исклучок на содржината на фосфорот која одговара за V класа.

Пробата од вода бр. 4 е доста загадена вода и според содржините на алуминиум, фосфор, железо, олово, бакар, и титан спаѓа во V класа на води. Според содржината на манган, цинк и кадмиум оваа вода е во категорија на III – IV класа. Останатите анализирани елементи не покажуваат зголемени концентрации и нивните содржини се во рамките на води од I – II класа.

Пробата од вода бр. 5 и 6 кои се бунарски води покажуваат зголемени концентрации на фосфор, според кој овие води спаѓаат во V класа на води, исто така зголемени концентрации овие проби покажуваат на манган, цинк и кадмиум и според содржината на овие елементи овие проби на води спаѓаат во III – IV класа.

ЗАКЛУЧОК

Од добиените резултати може да се согледа дека и кај површинските и кај подземните води имаме многу високи концентрации на фосфор, кои се многу пати повисоки од МДК вредностите за сите класи на вода.

Кај пробите кои се земени од површинските води од локации каде јаловиштето има директно влијание на контаминација е забележливо дека има зголемени концентрации на олово, цинк и кадмиум.

Кај подземните води кои се земен од два бунара низводно од река Киселица се јавува значајно зголемување на содржината на фосфор, а мало зголемување на содржината на манган, цинк, и кадмиум. Малото зголемување на тешки и токсични метали (олово, цинк, кадмиум, арсен, и др.) во испитуваните проби на подземни води, не треба да укажува дека јаловиштата не се голем извор за загадување на подземните води. Една од причината за отсуство на овие метали во испитуваните подземни води може да биде локалната геолошка градба на околината на бунарите односно постоење на геолошка бариера која ја спречува хидрауличната врска на површинските контаминирани води со подземните. За да се донесе релевантен заклучок за можностите и за степенот на загадување на подземните води треба понатаму да се направат систематски испитувања на поголем број на бунари тргнувајќи низводно од јаловиштата па се до бунарскиот систем за водоснабдување на Штип.

ЛИТЕРАТУРА

V., Mircovski, O., Spasovski, Z. Iliovski, O. Jovanova. 2002; Hydrogeological characteristics of the alluvial sediments of the river Bregalnica at the Fortuna locality water supply, Stip. XVII Congres of Carpathian-Balkan Geological Association, Bratislava.

Монографија-Индустриски постројки за подготовка и концентрација на минерални сировини во Македонија. Скопје 1985.

М. Николовски. 1998: Припрема на минерални сировини и заштита на околината на република Македонија. Рудници, човекова животна средина 2, Белград.

Главен градежен проект, Ново флотациско јаловиште на рудници Злетово 1982.

Главен технолошки проект за ново јаловиште Скрдово на флотација од рудникот Злетово - Пробиштип. Скопје 1983.